

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE OCHO SINTÉTICOS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO COLOR
BLANCO QPM Y CON ALTO VALOR EN ZINC**

POR:

MIRIAM ESTER MARTÍNEZ JIMÉNEZ

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

JUNIO 2016

**EVALUACIÓN DE OCHO SINTÉTICOS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO COLOR
BLANCO QPM Y CON ALTO VALOR EN ZINC**

POR:

MIRIAM ESTER MARTÍNEZ JIMENÉZ

M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

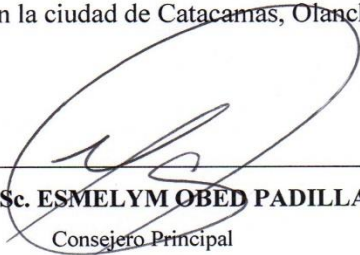
Reunidos en la Sección de Frutales del Departamento Académico de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA, Ph. D. ELIO DURÓN ANDINO, ING. REINALDO ELISEO FLORES** Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

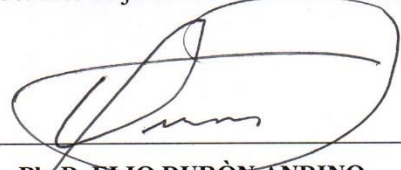
La estudiante **MIRIAM ESTER MARTÍNEZ JIMÉNEZ** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

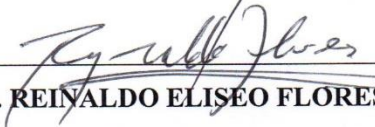
**“EVALUACIÓN DE OCHO SINTÉTICOS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO COLOR
BLANCO QPM Y CON ALTO VALOR EN ZINC”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los dos días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. ESMELYM OBED PADILLA
Consejero Principal


Ph. D. ELIO DURÓN ANDINO
Examinador


ING. REINALDO ELISEO FLORES
Examinador

DEDICATORIA

A **DIOS** por permitirme culminar con éxito, y permitirme tener con vida a mis papás e hija es el regalo más valioso por ser el centro de mi vida.

A mi mamá **MARÍA JIMÉNEZ** por estar siempre apoyándome en las buenas y malas durante toda mi vida, por su amor incondicional que me brinda a diario. A mi papá **VALENTIN MARTÍNEZ** por su amor, apoyo moral y económico.

A mi hija **MARISOL** por ser mi motivo de inspiración a seguir adelante y ser cada día mejor por el inmenso amor que nos une día tras día.

A mi hermana **LUCIA MATINEZ** y **NAÚN MELGAR** por su apoyo moral y económico sin límites.

A mis hermanos **RICARDO, ANGELINA, ALBERTO, GREGORIO, ANTONIO, LUCIO, LORENZO, HERNAN**. Por su apoyo moral y económico de una manera desinteresada.

A **SILDA RAMOS** por su apoyo desinteresado durante toda mi carrera.

A mis sobrinos por su apoyo moral y ser motivo de inspiración.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** todo poderoso por permitirme lograr mi meta, dándome la oportunidad de estar con mis papás, hija, hermanos y demás familia en este momento tan especial.

A mi madre **MARIA JIMÉNEZ** por su apoyo incondicional ya que sin ella no estaría donde me encuentro ahora. Por mi papa **VALENTIN MARTÍNEZ** por estar conmigo siempre y mis hermanos por su apoyo moral y económico. A mis hermanos, sobrinos, tíos, primos y amigos por su apoyo siempre.

A mi amigo **NATIVIDAD MELGAR** por su apoyo moral y económico.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por permitir formarme.

A mi asesor principal **M.Sc. ESMELYM PADILLA** por su apoyo y dedicación en el desarrollo de mi investigación compartiendo sus conocimientos y amistad.

A mis asesores auxiliares. Al Doctor **ELIO DURON** por su apoyo en mi investigación por compartir sus conocimientos. También al ingeniero **REINALDO FLORES** por su apoyo.

A mis compañeros y amigos por su amistad tan especial, los momentos vividos quedaran en la historia y serán recordados siempre, por su apoyo brindado cada día.

A **JUAN MANUEL MELGAR** por su apoyo moral. A la **CORPORACIÓN MUNICIPAL** de Cabañas por su apoyo económico durante toda mi carrera.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO.....	iv
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Antecedentes del maíz	3
3.2. Situación actual del maíz en Honduras.....	3
3.3. Maíz con endospermo blanco QPM	3
3.4. Antecedentes del maíz QPM	4
3.5. Importancia del Maíz QPM	4
3.6. Maíz Olanchano.....	5
3.7. El zinc en la salud humana	5
3.8. Investigaciones de diferentes caracteres en maíz	6

3.9 Condiciones edafoclimaticas	8
3.9.1. Exigencias de Suelo.....	8
3.10 Enfermedades en maíz.....	9
3.10.1. Complejo mancha de asfalto.....	9
3.10.2. Achaparramiento del maíz.....	9
3.11. Exigencias climáticas	10
IV MATERIALES Y MÉTODO.....	11
4.1 Descripción del lugar de experimento	11
4.2 Materiales	11
Equipo.....	11
4.3 Manejo del experimento	11
4.3.1. Preparación del terreno	12
4.3.2. Siembra.....	12
4.3.3 Raleo.....	12
4.3.4. Fertilización.....	12
4.3.5. Manejo de malezas	13
4.4. Diseño experimental.....	13
4.5 Variables evaluadas	14
4.5.1. Días a floración masculina	14
4.5.2. Días a floración femenina.....	14
4.5.3 ASI.....	15
4.5.4. Altura de planta	15
4.5.5. Altura de la mazorca.....	15
4.5.6. Acame de raíz	15
4.5.7. Acame de tallo	16

4.5.8. Incidencia de enfermedades.....	16
4.5.9. Número de plantas a cosechar	16
4.5.10. Número de mal cobertura de mazorcas	16
4.5.11. Número total de mazorcas	16
4.5.12. Número de mazorcas podridas	17
4.5.13. Diámetro de la mazorca.....	17
4.5.14. Hileras por mazorca.....	17
4.5.15. Longitud de la mazorca	17
4.5.16. Número de granos por hilera	17
4.5.17. Porcentaje de humedad del grano	18
4.5.18 Índice de desgrane	18
4.5.19. Rendimiento.....	18
4.6. Análisis estadístico	19
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Características agronómicas	20
5.1.1. Días a floración masculina	22
5.1.2. Días a floración femenina.....	23
5.1.3. Sincronización (ASI)	24
5.1.4. Altura de planta	25
5.1.5. Altura de mazorca.....	26
5.1.6. Acame de raíz	27
5.1.7. Aspecto de la planta.....	29
5.1.8. Achaparramiento	29
5.1.9. Mancha de asfalto.....	30
5.1.10. Mazorcas con mala cobertura.....	31

5.1.11. Mazorcas podridas	32
5.1.12. Aspectos de mazorcas.....	32
5.2.1. Diámetro de mazorca.....	36
5.2.2. Longitud de mazorca	36
5.2.3. Hileras por mazorca.....	37
5.2.4. Granos por hilera	38
5.2.5 Rendimiento.....	39
VI CONCLUSIONES.....	41
VII RECOMENDACIONES	42
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	43
IX ANEXOS	46

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los sintéticos evaluados en el experimento.....	14
Cuadro 2. Promedio de días a floración masculina, días a floración femenina, ASI, altura de la planta (m), altura de mazorca (m) y acame de raíz de los sintéticos de maíz.	21
Cuadro 3. Promedios de aspecto, achaparramiento, mancha de asfalto, mala cobertura de mazorcas, mazorcas podridas y aspecto de mazorca de los sintéticos de maíz.	28
Cuadro 4. Promedio de diámetro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y rendimiento.	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de días a floración masculina de los sintéticos de maíz evaluados	22
Figura 2. Promedio de días a floración femenina.....	23
Figura 3. Sincronización (ASI) de la floración masculina y femenina de los tratamientos..	24
Figura 4. Promedio de altura de planta (m) de los sintéticos de maíz.....	25
Figura 5. Promedio de altura de inserción de la mazorca (m) de los sintéticos de maíz	26
Figura 6. Promedio de acame de raíz de los sintéticos de maíz	27
Figura 7. Promedio del aspecto de planta de los sintéticos de maíz.....	29
Figura 8. de achaparramiento de los sintéticos de maíz	30
Figura 9. Promedio de incidencia de mancha de asfalto de los sintéticos.....	31
Figura 10. Promedio de mazorcas con mala cobertura de los sintéticos de maíz	31
Figura 11. Promedio de mazorcas podridas de los sintéticos de maíz	32
Figura 12. Promedio del aspecto de mazorcas de los sintéticos de maíz	33
Figura 13. Promedio de diámetro de mazorca de los sintéticos de maíz.....	36
Figura 14. Promedio de longitud de mazorca de los sintéticos de maíz.....	37
Figura 15. Promedio de hileras por mazorcas de los sintéticos de maíz	38
Figura 16. Promedio de granos por hilera de los sintéticos de maíz	38
Figura 17. Promedio de rendimiento (tha^{-1}) de los sintéticos.....	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para floración masculina	47
Anexo 2. Análisis de varianza para floración femenina.....	47
Anexo 3. Análisis de varianza para altura de planta	47
Anexo 4. Análisis de varianza para altura de mazorca.....	48
Anexo 5. Análisis de varianza para aspecto de planta	48
Anexo 6. Análisis de varianza para achaparramiento	48
Anexo 7. Análisis de varianza para mancha de asfalto	49
Anexo 8. Análisis de varianza para acame de raíz	49
Anexo 9. Análisis de varianza para plantas cosechadas.....	49
Anexo 10. Análisis de varianza para mal cobertura de mazorca.....	50
Anexo 11. Análisis de varianza para mazorcas cosechadas	50
Anexo 12. Análisis de varianza para mazorcas podridas	50
Anexo 13. Análisis de varianza para aspecto de mazorca.....	51
Anexo 14. Análisis de varianza para diámetro de mazorca	51
Anexo 15. Análisis de varianza para longitud de mazorca	51
Anexo 16. Análisis de varianza para hileras por mazorca	52
Anexo 17. Análisis de varianza para granos por hileras	52
Anexo 18. Análisis de varianza para rendimiento.....	52

MARTÍNEZ JIMÉNEZ, M.E. 2016. Evaluación de ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco QPM y con alto valor en zinc. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. 53 p.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco QPM y con alto valor en zinc. El experimento se instaló en el área de cultivos industriales, departamento de producción vegetal en la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, entre los meses de julio a octubre del 2016. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos y dos repeticiones, el cual estuvo constituido por ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco QPM y con alto valor en zinc. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, ASI, acame de raíz, mazorcas totales, número de mazorcas totales, mazorcas podridas, cobertura de mazorcas, número de granos por hilera, aspecto de mazorca, índice de desgrane y rendimiento. Los resultados obtenidos mostraron diferencia significativa solamente para la variable de días a floración masculina siendo los más precoces, S13LTWQHZNHGAB04 con 53 días y S06TLWQHGAB02 con 54 días, la mejor sincronización se dio entre los sintéticos S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWQHZNHGAB03 y S13LTWNHZNHGAB03 no presentaron diferencia, los sintéticos con mayor diámetro de mazorca, número de hileras y rendimientos fueron S11TLWNHGAB06 con 4.67 cm, 15.3 hileras por mazorca y 6920.99 kgha⁻¹ seguido de S13LTWQHZNHGAB04 con 5836.89 kgha⁻¹ y S06TLWQHGAB02 5728.084 kgha⁻¹.

Palabras claves: Sintéticos, rendimiento, maíz QPM y zinc.

I INTRODUCCIÓN

La producción mundial de maíz, se estima en más de 800 millones de toneladas métricas por año, de éstas 730 millones son de maíz amarillo y 70 millones de maíz blanco. El maíz amarillo se destina para la agroindustria y el maíz blanco para consumo humano (Cruz 2013).

En Honduras, el maíz es el principal grano básico de la dieta alimentaria, contribuye en un 26% de las calorías consumidas en las principales ciudades y con un 48% de las calorías en el sector rural. Según la FAO (2007-2010), el maíz blanco sólo se comercializa unos dos millones de toneladas, por esta razón, se da tanta importancia al aspecto de seguridad alimentaria en los países que basan su dieta en los granos básicos, como es el caso del Istmo centroamericano.

El grano de los cultivares QPM contiene entre 70 y 100% más de los aminoácidos esenciales, lisina y triptófano, que los cultivares normales. También la apariencia y sabor, pero el valor nutritivo de su proteína es casi equivalente al de la caseína de la leche de vaca, beneficiando la nutrición humana en cuanto a la alimentación infantil, los resultados coinciden en indicar que las proteínas del maíz opaco-2 tienen el equivalente a 90% del valor proteínico de la leche y que 10 gramos de maíz opaco-2 /kilo de peso / día son suficientes para satisfacer el mínimo de aminoácidos esenciales (Bressani, 1977, citado por Díaz et al 2005)

En este marco de referencia que se desarrolló el presente trabajo de investigación se basó en evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de ocho sintéticos de maíz endospermo blanco QPM y con alto valor en zinc, y así identificar el sintético que mejor se adapten a las condiciones agroecológicas de la zona, con el fin de encontrar mejores alternativas de producción, disponibilidad, bajos costos y mejorar la nutrición de los productores y productoras.

II OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento de ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco QPM y con alto valor en zinc.

2.2. Específicos

Describir los sintéticos de maíz a través de sus características agronómicas (días a floración masculina y femenina, altura de planta, altura de la mazorca, incidencia de enfermedades, acame de tallo y raíz, número de plantas cosechada, mazorcas totales, mazorcas podridas, cobertura de mazorca).

Determinar el rendimiento de los sintéticos de maíz de maíz a través de (mazorcas totales, peso de las mazorcas, hileras por mazorca, número de granos por hilera, índice de desgrane, humedad de campo).

Identificar el sintético de maíz que presente la mejor adaptación a las condiciones climáticas de la zona

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Antecedentes del maíz

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y debido a sus grandes bondades y multitud de usos se ha convertido en el cultivo más importante entre los cereales a nivel mundial superando al trigo y al arroz, de las cuales el 90% corresponden a maíz amarillo y el 10% restante a maíz blanco (FENALCE, 2010)

3.2. Situación actual del maíz en Honduras

En Honduras, el maíz es el principal grano básico de la dieta alimentaria, contribuye en un 26% de las calorías consumidas en las principales ciudades y con un 48% de las calorías en el sector rural. En término del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola nominal el maíz aporta el 19.1% (año 2005). Este grano ocupa el primer lugar en superficie sembrada con 480 mil manzanas, una producción de 586 mil tm para una demanda de 959 mil tm, para cubrir esta demanda, se importan 373 mil tm. El consumo per cápita es de 74.0 kg por año. (Años 2009-2010) (Cruz 2013)

3.3. Maíz con endospermo blanco QPM

Los expertos en ciencias agrícolas desde hace tiempo han tenido interés en mejorar la calidad de la proteína de las plantas. Aunque el contenido de proteína del maíz no es tan bajo como el de otros cultivos básicos, sí es bastante parco (generalmente cerca del 10%). La mitad de esa proteína casi no contiene lisina ni triptófano, dos aminoácidos esenciales para la formación de proteína en los seres humanos y los animales monogástrico (Vivek et al 2008)

Es un maíz con un gen denominado *opaco-2*, de apariencia y sabor normales, denominado “maíz con calidad de proteína” o QPM (por sus siglas en inglés, que representan *quality protein maize*), calidad de proteína por contener mayores niveles de lisina y triptófano. Desde el punto de vista de retener el gen *opaco-2* en el grano, son preferibles (Aleman 2008)

3.4. Antecedentes del maíz QPM

En 1963, Lynn Bates, en la Universidad de Purdue en Estados Unidos, descubrió que dos razas de maíz originarias de los Andes tenían niveles de lisina y triptófano muchos mayores de lo normal, debido a un gen denominado *opaco-2*. El descubrimiento del maíz que portaba el *opaco-2* suscitó gran interés y actividad entre los investigadores, para poder mejorar de manera sustancial la nutrición de los consumidores, pero tal característica altamente beneficiosa resultó estar estrechamente asociada a características perjudiciales. Los granos de maíz *opaco-2* eran opacos y gredosos, pesaban de 15 a 20% menos de lo normal y eran susceptibles a varios insectos y enfermedades. En vista de estos obstáculos, los programas de investigación redujeron su trabajo con el maíz *opaco-2* (Vivek et al 2008).

Unos cuantos institutos de investigación continuaron con esta labor; entre ellos destaca el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México. Estos científicos lograron convertir los granos con endospermo suave y harinoso en granos duros, y aumentaron el potencial de rendimiento del maíz QPM al mismo nivel de los mejores maíces normales; además, le confirieron resistencia a enfermedades e insectos y cualidades de almacenamiento y utilización semejantes a las de los mejores maíces normales CIMMYT 2015

3.5. Importancia del Maíz QPM

En vista de la extensa superficie sembrada con maíz y el gran número de agricultores que se dedican a su producción, la generación, introducción y adopción de variedades de este cultivo con alto contenido de lisina y triptófano tienen un gran potencial para reducir la desnutrición

proteínica, aminorar el hambre, aumentar los ingresos y mejorar el nivel de vida de la población (Krivanek y B. Vivek. 2006).

3.6. Maíz Olancho

Es una variedad de maíz de grano blanco, con alta calidad de proteína, de porte bajo, en evaluaciones que se han realizado ha presentado alto rendimiento de grano (cuatro toneladas por hectárea), se puede adaptar a desfavorables ambientes, se liberó en el 2006 en coordinación con la Universidad Nacional de Agricultura, DICTA y CIMMYT. La semilla es el insumo de menor costo por área en el cultivo de maíz, pero es el componente que más incide en la productividad. (Gonzales 2014)

3.7. El zinc en la salud humana

A comienzos de la década de 1930 estudios en animales mostraron la importancia del zinc en el crecimiento y supervivencia de los animales. Más adelante, en 1961, Prasad y colaboradores reconocieron la importancia de la deficiencia de zinc en humanos. Ahora se conoce que más de 100 enzimas necesitan zinc para su función. El zinc tiene funciones catalíticas, estructurales y reguladoras, se encuentra presente en todos los órganos, tejidos, fluidos y secreciones del cuerpo humano (Roman 2015).

El zinc cumple una gran variedad de funciones y juega un papel de extrema importancia en el crecimiento y la división de células que se requiere para sintetizar proteína y ADN, actividad de insulina, metabolismo de los ovarios y testículos y función renal. Ya que se encuentra en varias enzimas, el zinc se encuentra presente en el metabolismo de proteínas, carbohidratos, lípidos y energía. Nuestro cuerpo contiene entre 2 y 3 gr. de zinc, se encuentra repartido por todo el cuerpo. 60% en el músculo, 30% en los huesos y alrededor del 5% en la piel. En la glándula de la próstata y en el semen se encuentran cantidades especialmente elevadas, el semen contiene 100 veces más zinc del que se encuentra en la sangre (Roman 2015).

Durante los últimos años, el perfeccionamiento de los estudios epidemiológicos, los adelantos en la bioquímica, la combinación de métodos más sensibles y más accesibles para la medición del contenido de los micronutrientes, ha permitido tomar mayor conciencia de la importancia de los mismos. Se ha comprobado la gran importancia de micronutrientes tales como, la vitamina A, hierro, yodo, zinc, cobre y selenio, en una amplia variedad de funciones vitales. (CIAT 2003)

La deficiencia de zinc especialmente en poblaciones que no tienen una dieta adecuada, contribuye de manera importante a reducir el crecimiento, la resistencia a las enfermedades infecciosas y al aumento de la incidencia de la mortalidad y posiblemente a una alteración del desarrollo cognoscitivo, sin embargo son muy escasos los estudios y encuestas que reportan este problema, en los países en desarrollo. (CIAT 2003)

3.8. Investigaciones de diferentes caracteres en maíz

Los sintéticos son generados a través de líneas parcialmente endogámicas, estos materiales el productor los puede utilizar por varios ciclos, siempre y cuando esté aislada de otras variedades. Es importante mencionar que la variedad de polinización libre tiene un rango de adaptación amplio, un límite en la fertilización y presenta mayor variación en cuanto a características fenotípicas de la planta.

Según estudios realizados por (Vasal 1994) se formaron sintéticos con 3, 6, 9 y 12 líneas. El comportamiento en rendimiento de los sintéticos de Eto y Tuxpeño involucrando de 6 a 12 líneas y también el sintético de 3 líneas de Tuxpeño fueron similares ($5,8 - 6,3 \text{ tha}^{-1}$). El sintético de 3 líneas de Eto registró el rendimiento más bajo ($5,1 \text{ tha}^{-1}$). En los sintéticos de Tuxpeño se observó que no hay diferencias significativas. Sin embargo, el sintético con tres líneas tuvo un rendimiento bajo ($5,78 \text{ tha}^{-1}$), el mejor rendimiento fue registrado por el sintético con 12 líneas ($6,34 \text{ tha}^{-1}$). En los sintéticos de Eto se observó la misma tendencia, el sintético de tres líneas rindió significativamente menos que los sintéticos con 6 y 12 líneas,

también se observó que no existe diferencia significativa entre los sintéticos de 6; 9 y 12 líneas.

Según estudios de Arellano Vázquez (2013) Los mejores híbridos y variedades sintéticas rindieron entre 9.4 y 10.2 t ha⁻¹ y establecieron un diferencial de rendimiento respecto a la variedad testigo criollo local de 44 a 56%. En floración femenina con 97 a 100 días. El acame observado se debió principalmente a deficiencias en el sistema radical, su magnitud varió entre 1.2 y 2.1, que equivalen a valores de 5 a 15% de plantas acamadas, que son niveles de bajos a moderados. En híbridos y variedades sintéticas la proporción de mazorcas por planta varió de 1 a 1.3 que se considera muy favorable, se ubicaron las variedades sintéticas VSA-902 y VSA-904 con rendimientos de 9.7 y 9.5 t ha⁻¹. Los experimentos se establecieron en el estado de Tlaxcala, en las localidades de Benito Juárez y Tlacualpan bajo condiciones de temporal o seco y en Huamantla y Calpulalpan bajo temporal con dos riegos adicionales.

Hernández (2010). en su investigación realizada en la UNA evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento de 15 variedades sintéticas de alta calidad de proteína grano amarillo siendo la variedad S07TLY-AB-2 y el testigo DK-237 resultaron ser los más precoces, ambos presentaron la floración masculina a los 52 días y la floración femenina a los 56 días, la variedad que presento el mayor número de hileras por mazorca fue SINT-AM-TSR CON 16 hileras en promedio, el mayor granos por hilera lo obtuvo la variedad S05TLY-SEQ/LN con promedio de 37.1 grano, el mejor rendimiento fue de 9.6 tha-1 de la variedad S03TLYQ-AB-04, todos los tratamientos presentaron susceptibilidad a la enfermedad mancha de asfalto(*Phyllachora maydis*)

Calderon C.A,et al.(1993) La pudrición de mazorca causada por *Diplodia* y *Fusarium sp*, es un factor adverso biótico que causa grandes pérdidas en rendimiento. En 1991 se evaluaron 10 cultivares en 11 localidades de Centro América: 8 variedades sintéticas de esas poblaciones, una enviada por el CIMMYT y el híbrido B-833 como testigo, todos de endospermo blanco. El análisis combinado mostro diferencias significativas al 0,01 de probabilidad para rendimiento, pudrición de mazorca, mazorcas descubiertas, días a flor y

acame de raíz. En rendimiento se encontró un comportamiento similar del B-833 (5.17 tha^{-1}) con las siguientes variedades sintéticas: Sintético Diamantes (1990, Loc. Honduras), Sint. RPM x Tuxp C17 (1990, 3 localidades, 2 de Costa Rica y 1 de Honduras), Sint. RPM x Tuxp C17 (2 loc. de Costa Rica), Sint. Honduras, Sint. Diamantes (1990, 3 localidades, 2 de Costa Rica y 1 de Honduras) y Sint. Diamantes (Loc. Honduras) con 5.33, 5.09, 4.91, 4.89, 4.88 y 4.87 tha^{-1} , respectivamente. En el porcentaje de pudrición de mazorca el B-833 tuvo el valor más bajo (8.3) y con un valor similar el Sint. RPM x Tuxp C17 (2 localidades de Costa Rica) (9.0).

En las veintisiete parcelas de validación el sintético CATRACHO presento un rendimiento de grano de 4.44 t ha^{-1} superando al testigo DICTA GUAYAPE en un 19% (3.72 t ha^{-1}) y al sintético Olanchano en un 18% (3.74 t ha^{-1}). (Duron et al 2006)

3.9 Condiciones edafoclimaticas

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido (3-5 meses), que proporciona un mayor rendimiento con temperaturas moderadas y un suministro adecuado de agua, con excepción en la zona alta donde su crecimiento llega hasta los 8 meses; su adaptación oscila entre 0 - 2,500 m.s.n.m.

3.9.1. Exigencias de Suelo

Entre las características físicas del suelo, las más importantes, desde el punto de vista del maíz, son: capacidad de retención de agua, aireación y temperatura. El maíz es particularmente sensible a la falta de agua en el entorno de la floración, desde 20-30 días antes hasta 10-15 días después. Necesita un mínimo del 10% del volumen de suelo ocupado por aire. Tanto la aireación del suelo como la circulación de agua están estrechamente ligadas a la estructura del suelo, que favorece la formación y mantenimiento de la porosidad. Respecto a la temperatura del suelo, el maíz se muestra especialmente sensible durante la

germinación, nacencia e inicio de la vegetación. Requiere un mínimo de 12° C de temperatura del suelo para la germinación. (Laserna s.f.)

3.10 Enfermedades en maíz

3.10.1. Complejo mancha de asfalto

Phyllachora maydis y *Monographella maydis* Esta enfermedad se presenta en zonas relativamente frescas y húmedas de los trópicos. Primeramente se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro. En una etapa posterior se desarrollan áreas necróticas en el tejido foliar. En varios países del Continente Americano se ha descubierto que otro patógeno, *Monographella maydis*, y *Phyllachora maydis* forman el “complejo mancha de asfalto”. Este complejo propicia el desarrollo de tejido necrótico alrededor de la mancha de asfalto. Las lesiones necróticas pueden llegar a fusionarse y provocar la quemadura completa del follaje. Las lesiones causadas solo por *Monographella maydis* son circulares y miden entre 5 y 6 cm de diámetro. Las lesiones que producen los dos patógenos que causan el complejo comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y, si el ambiente es propicio, la infección continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes. (CIMMYT 2004)

3.10.2. Achaparramiento del maíz

Spiroplasma kunkeli, Espiroplasma del achaparramiento del maíz. Esta enfermedad es conocida en las tierras bajas cálidas y húmedas de varios países de América Central y América del Sur, el Caribe, el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica y México, aunque también se le encuentra en elevaciones de más de 2,000 metros. La enfermedad es transmitida por chicharritas de la especie de los cicadélidos *Dalbulus maidis*, *D. elimatus* y de otras especies menos importantes. Los vectores al alimentarse de una planta enferma adquieren el virus y propagan la infección hasta que se mueren. El patógeno es el mollicute helicoidal *Spiroplasma kunkelii*. Las plantas infectadas muestran diversos síntomas,

dependiendo del genotipo del maíz. Los más comunes se manifiestan en las hojas, que se vuelven rojizas o purpúreas, amarillentas, y mediante las rayas cloróticas en la base de las hojas más jóvenes, cuyas puntas pueden volverse color púrpura rojizo. Por lo general, los síntomas foliares aparecen al aproximarse la época de la floración. (CIMMYT 2004)

3.11. Exigencias climáticas

El clima ideal para el maíz, es un ambiente con días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados

Temperatura: El maíz requiere una temperatura de entre 24.4 a 35.6°C., siendo una media de 32°C la temperatura ideal para lograr una óptima producción. La temperatura debe estar entre los 15 a 27° C. para que se produzca la germinación en la semilla. Puede soportar una temperatura mínima de 8°C y máximas de 39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización. En el período de fructificación la planta requiere temperaturas de 20 a 32° C.

Luz: Requiere bastante cantidad de luz solar, bajando sus rendimientos en los climas húmedos.

Riego: En el cultivo de maíz los riegos pueden realizarse por aspersión, por gravedad y por goteo. Las necesidades hídricas varían en las diferentes fases del cultivo, cuando las plantas comienzan a nacer requieren una menor cantidad de agua pero manteniendo una humedad constante. Durante la fase del crecimiento vegetativo es cuando se requiere una mayor cantidad de agua. La fase de floración es el período más crítico porque de ella depende el llenado del grano y la cantidad de producción obtenida. Aproximadamente el maíz necesita disponer de 5 milímetros de agua por día. Para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada (Cruz 2013)

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del lugar de experimento

La investigación se realizó en los meses de julio hasta noviembre del año 2015 en la sección de cultivos industriales, departamento de producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho, altura 350.79 msnm, temperatura 26°C, precipitación pluvial anual de 1305mm.

4.2 Materiales

Para la instalación y desarrollo de experimento se utilizó los siguientes materiales: lápiz, libreta, azadones, estacas, cabuyas, calculadora, balanza, fertilizantes, sintéticos de maíz, rótulos, marcadores, pie de rey, estadía.

Equipo

Computadora, cámara digital, impresora.

4.3 Manejo del experimento

Se realizó diferentes actividades necesarias para obtener los máximos rendimientos del cultivo las cuales incluyen desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

4.3.1. Preparación del terreno

Se realizaron las siguientes actividades, control de maleza antes de la siembra con la aplicación de herbicida, marcado y trazado de las parcelas donde se sembraron los sintéticos de maíz evaluados.

4.3.2. Siembra

La siembra se realizó en forma manual depositando dos semillas por postura a una distancia de 0.20m entre planta y 0.75m entre surco, cada tratamiento de dos surcos de 5m lineales.

4.3.3 Raleo

Este se realizó a criterio del investigador, mismo que consistió en escoger entre las dos plantas por postura, una sola, prefiriendo la que se encuentre en mejores condiciones fisiológicas.

4.3.4. Fertilización

Se realizó una primera fertilización diez días después de germinada la planta, para ello se aplicaron 200 kg de nitrógeno, 160 de fosforo y 90 kg de potasio.

4.3.5. Manejo de malezas

Para el control de malezas se realizó de forma manual utilizando azadón, posteriormente se realizó una aplicación preventiva después de la siembra, utilizando un herbicida (glyphosato 1.5 litros por hectárea), luego se realizó de forma manual utilizando azadón en cada limpia.

4.4. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completos al azar, utilizando ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco, constituido por dos repeticiones de dos surcos cada tratamiento de cinco metros lineales, se utilizó una densidad de siembra de 0.2 metros entre planta y 0.75 metros entre hilera.

Modelo estadístico

$$Y(ji) = \mu + T_i + B_j + E(ji)$$

Donde:

Y = Variable de respuesta de interés

μ = promedio general de la población sobre el cual se está trabajando

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

B_j = efecto del i-esimo bloque

E_{ji} = Error experimental

El diseño estuvo formado por siete sintéticos de maíz y un sintético de la localidad en su total se evaluaron ocho sintéticos de maíz de endospermo color blanco QPM y con alto valor en zinc, los cuales se describen (cuadro 2), el diseño fue formado por dos bloques distanciados por un metro entre sí, siendo un total de 16 unidades experimentales. La unidad experimental consistió en un área de dos surcos de cinco metros de longitud separados a 0.75 metros respectivamente

Cuadro 1. Descripción de los sintéticos evaluados en el experimento

TRATAMIENTOS	GENEALOGÍA
1	S13LTWQHZNHGAB01
2	S13LTWQHZNHGAB02
3	S13LTWQHZNHGAB03
4	S13LTWQHZNHGAB04
5	S13LTWNHZNHGAB03
6	S06TLWQHGAB02
7	S11TLWNHGAB06
8	Olanchano

4.5 Variables evaluadas

4.5.1. Días a floración masculina

Para la toma de datos de esta variable, se contaron los días transcurridos, desde el día de la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada tratamiento presentaron antesis (flor masculina derramando polen) por medio de la observación.

4.5.2. Días a floración femenina

Para la toma de datos de esta variable, se contaron los días transcurridos, desde el día de la siembra hasta que el 50% de las plantas de cada tratamiento presentaron los estigmas visibles, por medio de la observación.

4.5.3 ASI

Se determinó calculando la diferencia entre días a floración masculina y días a floración femenina

4.5.4. Altura de planta

Esta medición se realizó cuando las plantas se desarrollaron completamente, seleccionando cinco plantas al azar del área útil de cada unidad experimental y se midió la distancia en centímetros desde la base del suelo, hasta la inserción de la espiga, utilizando una estadía y así obteniendo un promedio de cada tratamiento.

4.5.5. Altura de la mazorca

Esta medición se realizó cuando las plantas se desarrollaron completamente, seleccionando cinco plantas al azar del área útil de cada unidad experimental y se midió la distancia en centímetros desde la base del suelo, hasta la inserción de la mazorca principal, utilizando una estadía y así obteniendo un promedio de cada tratamiento.

4.5.6. Acame de raíz

Este dato se tomó al final del ciclo del cultivo, área útil días antes de la cosecha, se registraron todas las plantas con una inclinación de 30 grados o más a partir de una perpendicular en la base de la planta donde comienza la zona radicular.

4.5.7. Acame de tallo

Este dato se tomó al final del ciclo del cultivo, área útil de cada uno de los tratamientos días antes de la cosecha, se registraron todas las plantas que tenían tallo roto debajo de la mazorca principal.

4.5.8. Incidencia de enfermedades

Esta variable se evaluó de acuerdo a las enfermedades existentes dando un puntaje de 1-5 según su incidencia siendo 1 el de mejor condición.

4.5.9. Número de plantas a cosechar

Se contaron todas las plantas con mazorca o no dentro del área útil.

4.5.10. Número de mal cobertura de mazorcas

Se registraron el número de mazorcas que tenían expuestas alguna parte de la misma, se hizo en las mazorcas principales y secundarias, se hizo palpando mazorca por mazorca y tomando como mala cobertura a toda mazorca con el ápice descubierto.

4.5.11. Número total de mazorcas

Esta variable se realizó contando el número mazorcas buenas y podridas cosechadas de cada tratamiento.

4.5.12. Número de mazorcas podridas

Al momento de la cosecha se calificó el porcentaje de mazorcas podridas que presento cada tratamiento.

4.5.13. Diámetro de la mazorca

Se seleccionaron cinco mazorcas de cada tratamiento al azar y se midió el diámetro utilizando el pie de rey, promediando así para cada tratamiento.

4.5.14. Hileras por mazorca

Se realizó con cinco mazorcas de cada tratamiento seleccionadas al azar y se contó el número de hileras por mazorca obteniendo el promedio para cada tratamiento.

4.5.15. Longitud de la mazorca

Se realizó con cinco mazorcas de cada tratamiento seleccionadas al azar y se midió desde la base de inserción de la mazorca hasta el ápice de la misma haciendo uso de una regla graduada en centímetros.

4.5.16. Número de granos por hilera

Se contó el número de granos de tres hileras de cada mazorca de la cinco utilizadas en los datos anteriores, con esto logramos obtener un promedio de granos por hilera de cada tratamiento.

4.5.17. Porcentaje de humedad del grano

Se tomaron cinco mazorcas de cada parcela, se desgranaron y se determinó el porcentaje de humedad del grano al momento de la cosecha. Se utilizó para este propósito el probador de humedad portátil

4.5.18 Índice de desgrane

Este dato se tomó el día de la cosecha, se tomaron al azar 5 mazorcas del área útil, se pesaron luego se desgranaron y se tomó el peso del grano. Para calcular el índice de desgrane se utilizó la siguiente fórmula:

$$ID = \frac{\text{Peso del grano sin olote}}{\text{Peso del grano con olote}}$$

4.5.19. Rendimiento

Para determinar este dato se tomaron todas las mazorcas buenas de área útil, primero se pesaron las mazorcas luego se desgranaron también se tomó el peso húmedo del grano para así sacar el rendimiento se utilizara la siguiente fórmula

$$\text{Rendimiento} = \left(\left(\frac{\text{peso de campo (kg)} * 10000 \text{ m}^2}{\text{area util (m}^2\text{)}} \right) \left(\frac{100 - \%H^{\circ}C}{100 - \%H^{\circ}A} \right) \right) * ID$$

Donde:

Peso de campo= peso total de todas las mazorcas

Área útil= área de la parcela cosechada

H°C= Humedad de campo

H°A= Humedad de almacenamiento 13%

ID= Índice de desgrane

4.6. Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos de cada una de las variables evaluadas por cada tratamiento, luego se realizó un análisis de varianza (ANAVA) utilizando el programa estadístico InfoStat, realizada la prueba de medias Tukey , con el nivel de significancia del 5%(0.05) para determinar las diferencias estadísticas que se presentaron entre los tratamientos.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características agronómicas

Las medias obtenidas para la variable días a floración masculina, días a floración femenina, ASI, altura de planta, altura de mazorca y acame de raíz se observan en el cuadro 1.

Existe diferencia significativa ($P < 0.05$) para la variable días a floración masculina al realizar el análisis de varianza (Anexo 1), las demás variables no mostraron diferencia significativa ($P > 0.05$). (Anexo 2, 3 y 4)

También el mismo cuadro nos indica los promedios para la variable de sincronización entre los días a floración masculina y días a floración femenina (ASI) donde la media general fue de 1.37 días.

La floración masculina presento una media general de 55.87 días, siendo el sintético S13LTWQHZNHGAB04 el más precoz con promedio de 53 días, en cambio la floración femenina obtuvo una media general de 57.25 días, siendo el más precoces S13LTWQHZNHGAB04, S06TLWQHGAB02 con un promedio de 55 días, la mejor sincronización entre la floraciones de los sintéticos fue de S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWQHZNHGAB03, S13LTWNHZNHGAB04 no presentaron diferencia.

Cuadro 2. Promedio de días a floración masculina, días a floración femenina, ASI, altura de la planta (m), altura de mazorca (m) y acame de raíz de los sintéticos de maíz.

TRATAMIENTO	Días a floración masculina	Días a floración femenina	ASI	Altura de planta (m)	Altura de mazorca (m)	Acame de raíz (%)
S13LTWQHZNHGAB01 (T1)	55 ab	57	2	1.99	1.07	1.74
S13LTWQHZNHGAB02 (T2)	59 c	59	0	1.885	0.93	11.36
S13LTWQHZNHGAB03 (T3)	57 ab	57	0	2.025	1.01	3.24
S13LTWQHZNHGAB04 (T4)	53 a	55	2	1.975	1.11	2.86
S13LTWNHZNHGAB03 (T5)	59 c	59	0	1.96	1	13.89
S06TLWQHGAB02 (T6)	54 a	55	1	2.115	1.27	6.41
S11TLWNHGAB06 (T7)	55 ab	59	4	2.065	1.16	5.13
Olanchano (T8)	55 ab	57	2	1.865	0.90	24.00
Media general	55.87	57.25	1.37	1.98	1.06	8.58

5.1.1. Días a floración masculina

En la figura 1 se observa el promedio de los días a floración masculina encontrando diferencia significativa ($P < 0.05$). Sobresaliendo el sintéticos S13LTWQHZNHGAB04 siendo el más precoz con promedio de 53 días, seguido del sintético S06TLWQHGAB02 con 54 días, Sin embargo Hernández 2010 encontró valores inferiores en investigaciones realizadas en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA (UNA) con medias correspondientes a 52 días. Reconco 2013 encontró valores de 55.3 días siendo la variedad sintética más precoz y de 57.1 días la más tardía en su investigación en la Universidad Nacional de Agricultura.

En los tratamientos más tardíos se encuentran S13LTWQHZNHGAB02 y S13LTWNHZNHGAB03 con promedio de 59 días Reyes 2010 encontró en su investigación variedades sintéticas más tardías con valores de 56 y 57 días

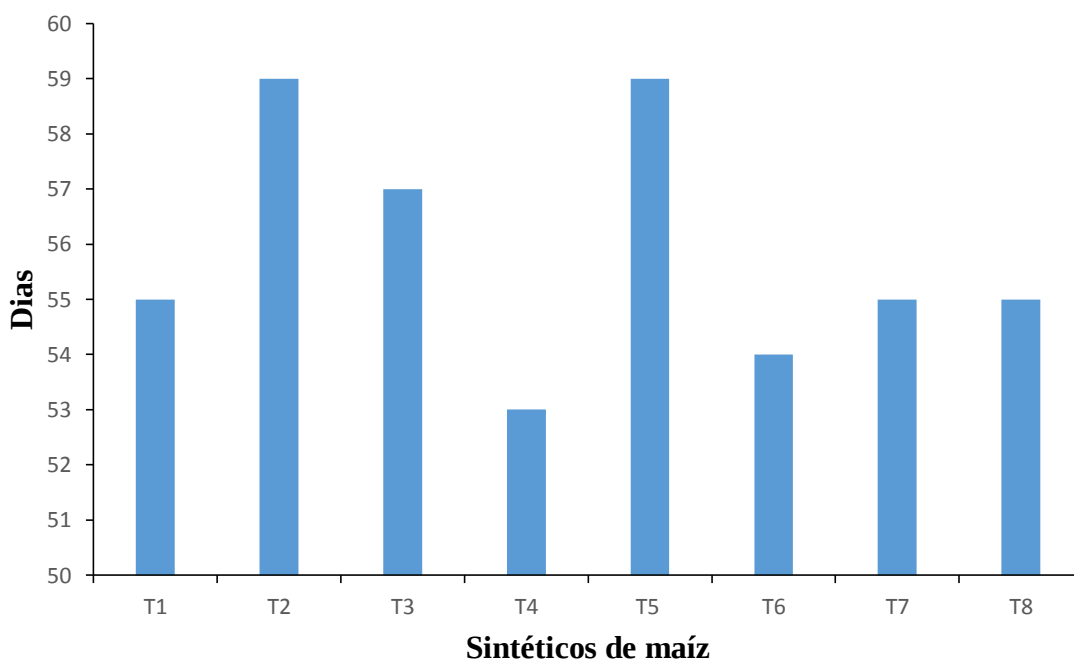


Figura 1. Promedio de días a floración masculina de los sintéticos de maíz evaluados

5.1.2. Días a floración femenina

Los sintéticos más precoces en floración masculina fueron S13LTWQHZNHGAB04, S06TLWQHGAB02 con un promedio de 55 días presentados en la figura 2, además la media general obtenida fue de 57.5 días, resultados similares a Hernández 2010 los promedios de los sintéticos evaluados fueron de 55.5 y 57 días

Siendo los sintéticos más tardíos S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWNHZNHGAB03, S11TLWNHGAB06 con promedio de 59 días, Reconco 2013 encontró que los valores más tardíos en floración femenina fueron de 56.8 días.

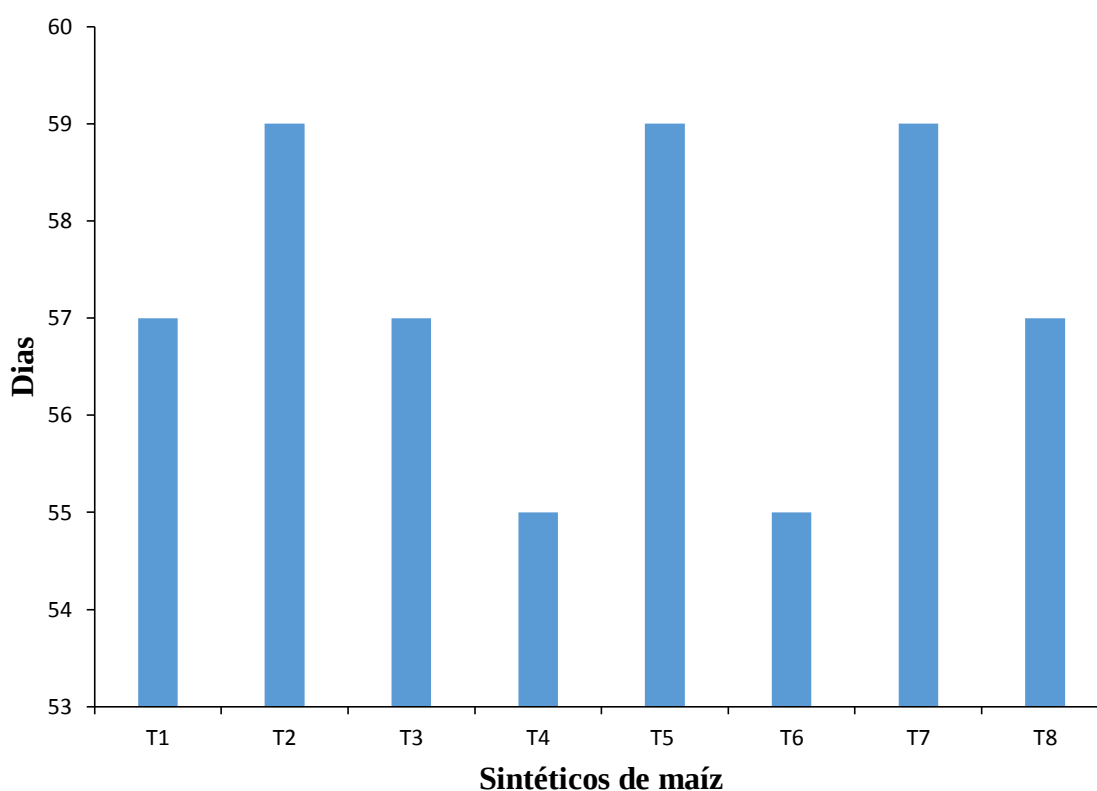


Figura 2. Promedio de días a floración femenina.

5.1.3. Sincronización (ASI)

Los promedios de días de sincronización entre la floración masculina y femenina de los tratamientos están representados en la figura 3. Los sintéticos con mejor sincronización fueron S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWQHZNHGAB03, S13LTWNHZNHGAB03 no presentando diferencia. Reyes 2010 también en su investigación obtuvo valores de días cero de sincronización

La menor sincronización la obtuvo el sintético S11TLWNHGAB06 con un promedio de cuatro días, valores similares a la investigación de Hernández 2010 que obtuvo medias de 4.5 días de sincronización.

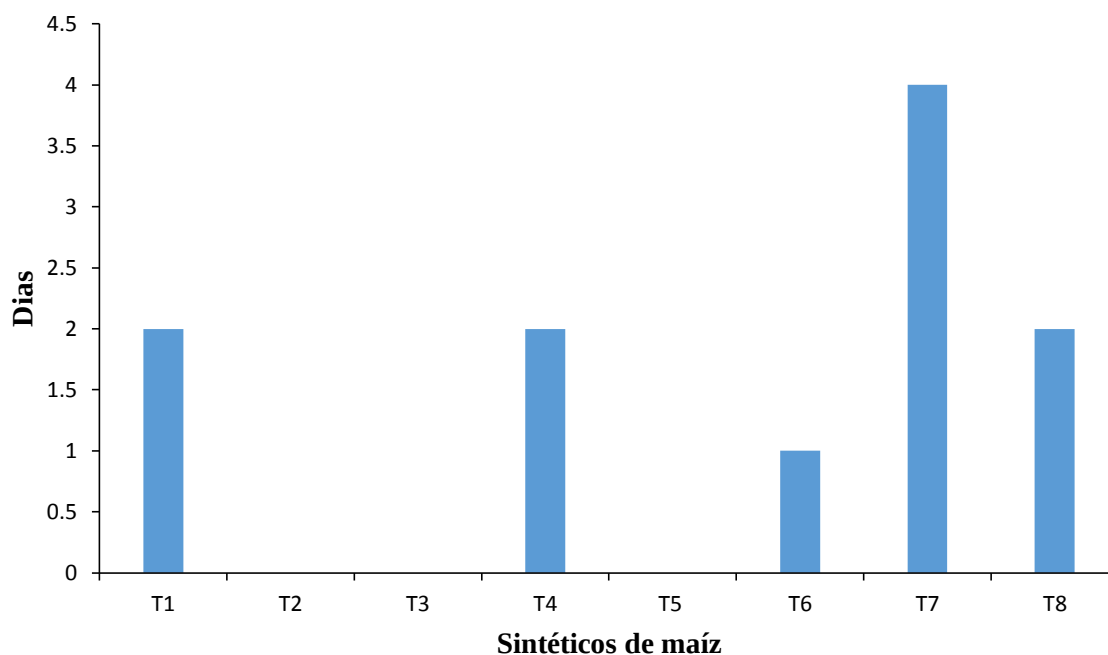


Figura 3. Sincronización (ASI) entre floración masculina y femenina de los tratamientos.

5.1.4. Altura de planta

Los promedios de altura de los sintéticos están representados en la figura 4, la media general obtenida por los sintéticos fue de 1.985 metros. Reconco 2013 en su investigación en la UNA encontró valores de 2.42 metros de altura, Reyes 2010 en su investigación en la UNA encontró valores de 274.5 cm el valor más alto y 183.1 cm el valor mas bajo.

El sintético que alcanzo mayor altura fue S06TLWQHGAB02 con 2.11 metros y el sintético con menor altura fue el testigo Olanchano con promedio de 1.86 metros.

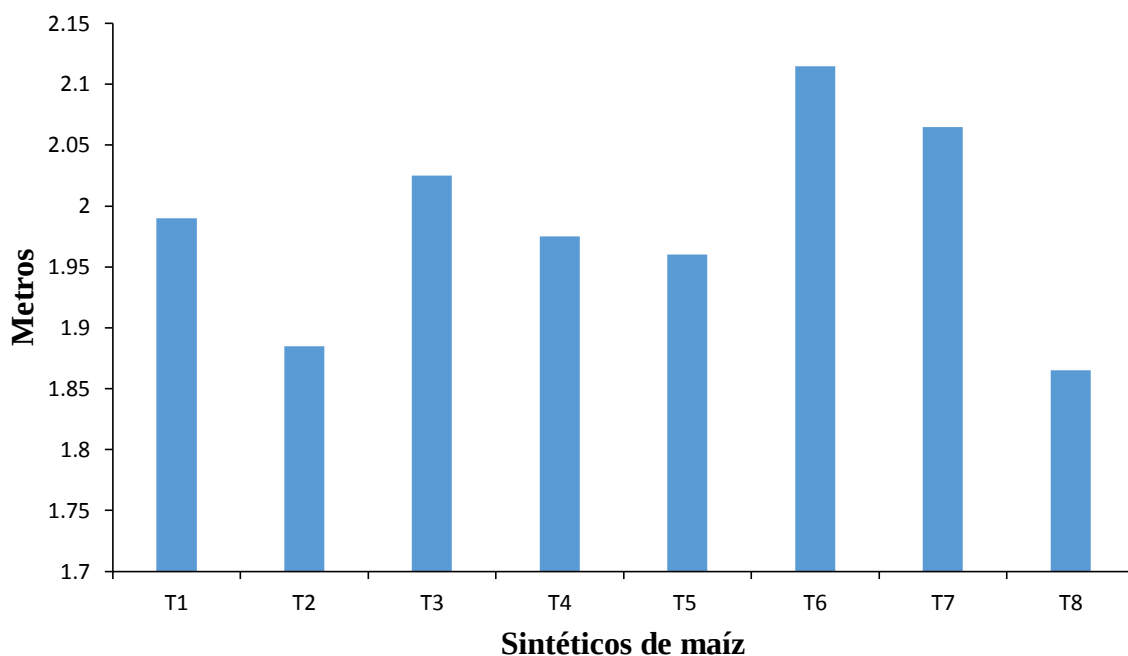


Figura 4. Promedio de altura de planta (m) de los sintéticos de maíz

5.1.5. Altura de mazorca

En la figura 5 se muestra la altura de inserción de la mazorca, siendo el sintético S06TLWQHGAB02 el que alcanzo mayor altura con 1.275 metros, la media general de todos los tratamientos fue de 1.06 m. Sarmiento 2012 en su investigación encontro valores de 1.13 metros el más alto y el valor más bajo fue de 0.71 metros

Los tratamientos con menor altura de mazorca fueron S13LTWQHZNHGAB02 y el testigo Olanchano con un promedio de 0.9m

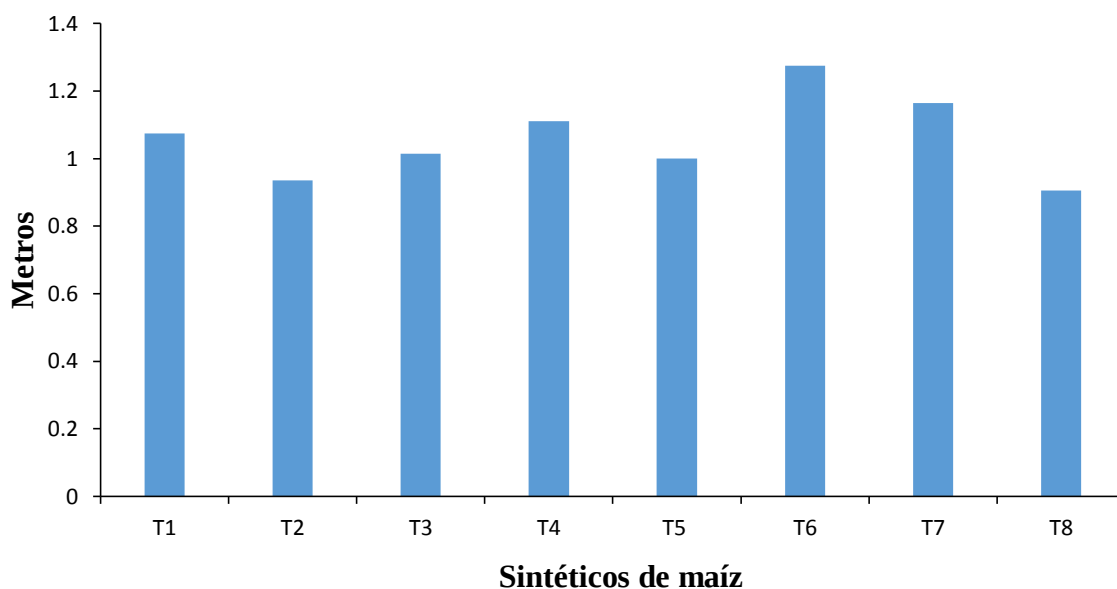


Figura 5. Promedio de altura de inserción de la mazorca (m) de los sintéticos de maíz

5.1.6. Acame de raíz

En la figura 6. Están representados los valores obtenidos para la variable de acame de raíz (%) el sintético con menor acame fue S13LTWQHZNHGAB01 1.74%, el sintético con mayor porcentaje de acame de raíz fue el testigo Olanchano con 24%, sin embargo Arellano Vázquez (2013) concluyó que el acame observado se debió principalmente a deficiencias en el sistema radical, su magnitud varió entre 1.2 y 2.1, que equivalen a valores de 5 a 15% de plantas acamadas.

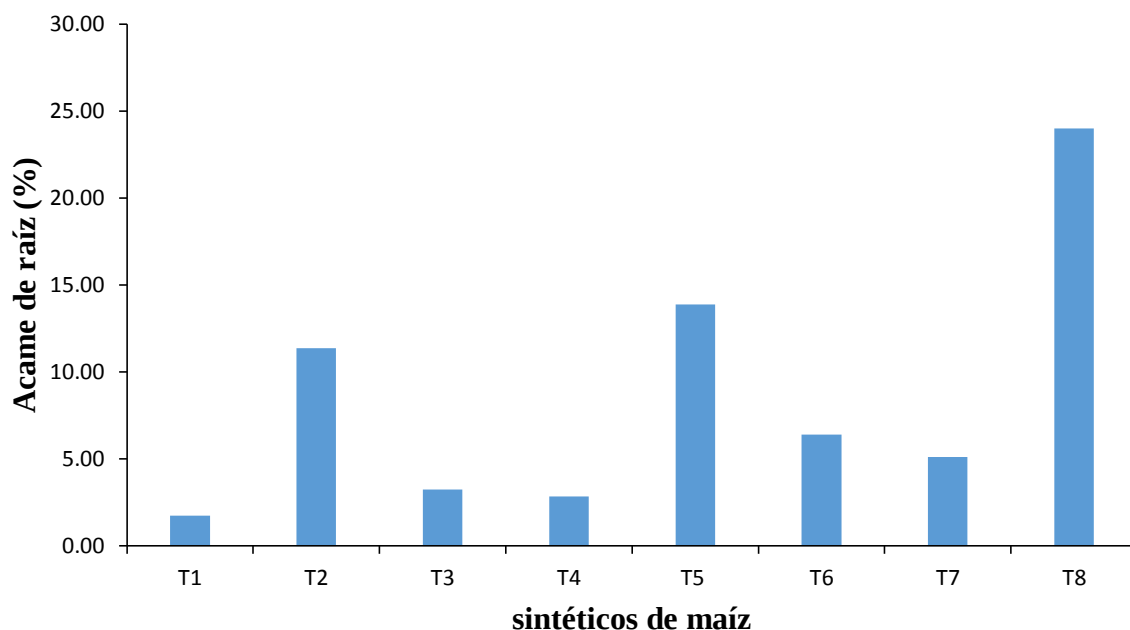


Figura 6. Promedio de acame de raíz de los sintéticos de maíz

En el siguiente cuadro se representan los promedios de cada variable: aspecto de planta, achaparramiento, mancha de asfalto, mala cobertura de mazorca, mazorcas podridas y aspecto de mazorca, para cada uno de los tratamientos. Ninguna de las variables presentaron diferencia significativa significancia ($P>0.05$) según los análisis de varianza realizados (anexo 5, 6, 7,8, 9 y 10). También se representa la media general para cada variable.

Cuadro 3. Promedios de aspecto, achaparramiento, mancha de asfalto, mala cobertura de mazorcas, mazorcas podridas y aspecto de mazorca de los sintéticos de maíz.

TRATAMIENTO	Aspecto de planta	Achaparramiento	Mancha de asfalto	Mala cobertura (%)	Mazorcas podridas (%)	Aspecto de mazorca
S13LTWQHZNHGAB01 (T1)	3	1	2.5	17.24	3.45	2.5
S13LTWQHZNHGAB02 (T2)	2.5	0.5	2.5	0.00	0.00	2.5
S13LTWQHZNHGAB03 (T3)	3	0.505	3.5	1.61	1.61	3
S13LTWQHZNHGAB04 (T4)	3.5	1.5	3	2.86	0.00	3
S13LTWNHZNHGAB03 (T5)	3	1.5	2.5	5.56	16.67	2.5
S06TLWQHGAB02 (T6)	3.5	2	3	3.85	5.13	2
S11TLWNHGAB06 (T7)	4	1.5	2.5	5.13	3.85	2
Olanchano (T8)	3	1.505	2.5	4.00	2.00	2
Media general	3.187	1.25	2.75	5.03	4.09	2.437

5.1.7. Aspecto de la planta

En la figura 7 se representan los promedios de aspecto de la planta siendo medido en rango de 1-5 siendo el sintético con mejor aspecto S13LTWQHZNHGAB02 de 2.5 y el peor aspecto fue del sintético S11TLWNHGAB06 con 4 de rango.

La media general que se obtuvo fue de 3,18 de rango para todos los tratamientos.

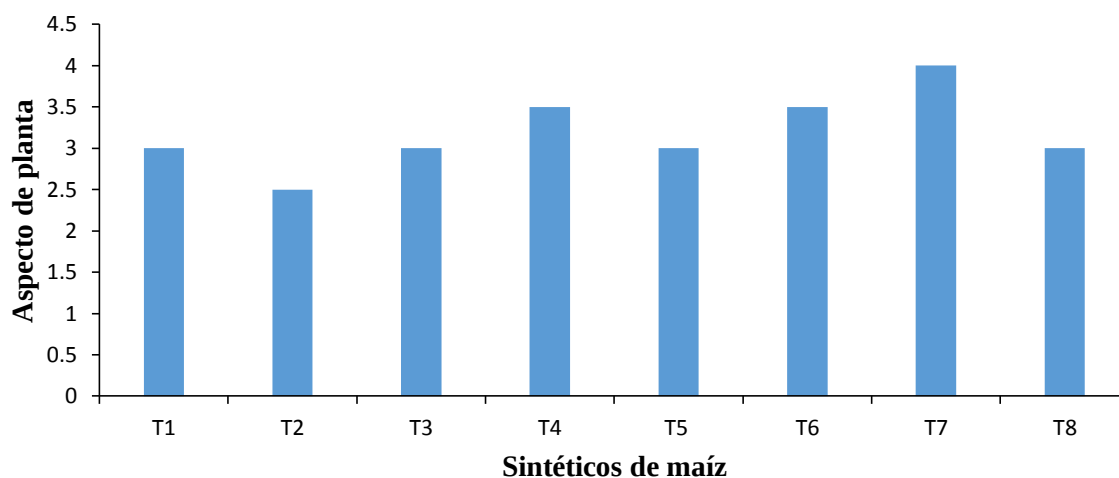


Figura 7. Promedio del aspecto de planta de los sintéticos de maíz

5.1.8. Achaparramiento

En la figura 8 se representa el promedio de achaparramiento presentado en cada tratamiento valorado en un rango de 1-5 siendo S13LTWQHZNHGAB02 y S13LTWQHZNHGAB03. Los tratamientos con mayor tolerancia presentando un promedio de 0.5 de rango y el más susceptible fue el sintético S06TLWQHGAB02 con un rango de 2.

Las plantas infectadas muestran diversos síntomas, dependiendo del genotipo del maíz. Los más comunes se manifiestan en las hojas, que se vuelven rojizas o purpúreas, amarillentas, y mediante las rayas cloróticas en la base de las hojas más jóvenes, cuyas puntas pueden

volverse color púrpura rojizo. Por lo general, los síntomas foliares aparecen al aproximarse la época de la floración. (CIMMYT 2004)

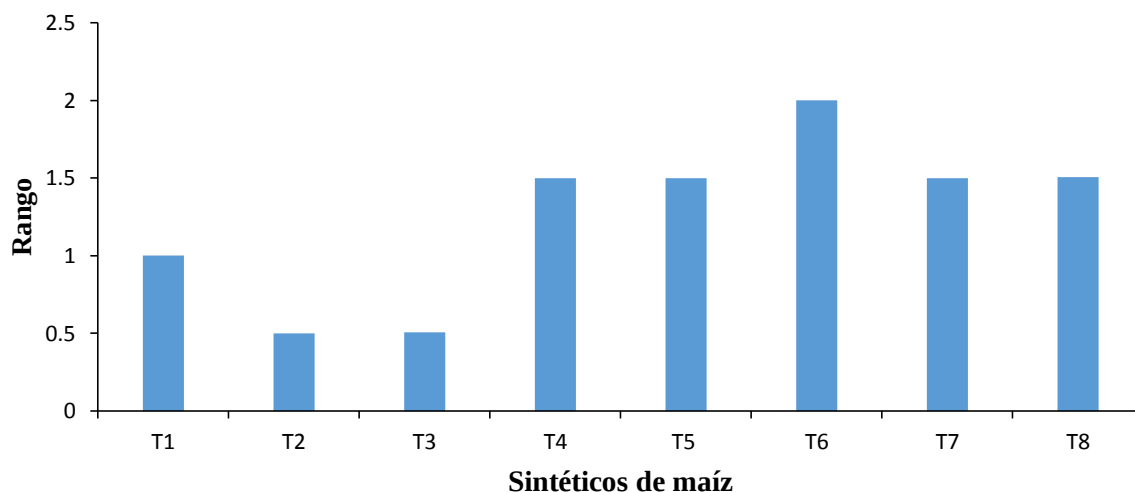


Figura 8. Promedio de achaparramiento de los sintéticos de maíz

5.1.9. Mancha de asfalto

En la figura 9 se representa el promedio de susceptibilidad a la mancha de asfalto medido en un rango de 1 -5 los sintéticos más tolerantes fueron S13LTWQHZNHGAB01, S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWNHZNHGAB03, S11TLWNHGAB06 y el testigo Olanchano con un rango de 2.5 y el que presento más susceptibilidad fue S13LTWQHZNHGAB03 con un rango de 3.5

Phyllachora maydis y *Monographella maydis*, Primeramente se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas, de color negro posterior se desarrollan áreas necróticas en el tejido foliar. Las lesiones necróticas pueden llegar a fusionarse y provocar la quemadura completa del follaje, comienzan a desarrollarse en las hojas inferiores antes de la floración y continúa hacia arriba afectando incluso las hojas más jóvenes. (CIMMYT 2004)

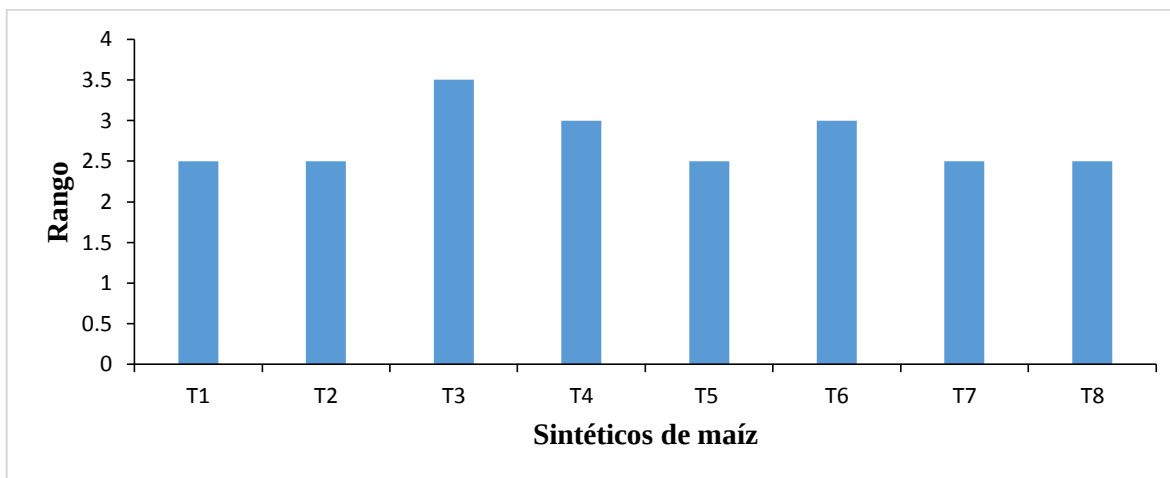


Figura 9. Promedio de incidencia de mancha de asfalto de los sintéticos

5.1.10. Mazorcas con mala cobertura

En la figura 10 se representa los promedios de mala cobertura siendo el sintético S13LTWQHZNHGAB01 con 17.24% que presento mayor número de mazorcas descubiertas por lo tanto es el peor tratamiento, siendo el mejor en cobertura el sintético S13LTWQHZNHGAB02 no presentando ningún porcentaje de mala cobertura, siendo valores mejores a los encontrados por Reyes 2010 en su investigación encontro porcentajes de 18.49 % el más alto y el valor más bajo 3.24 %

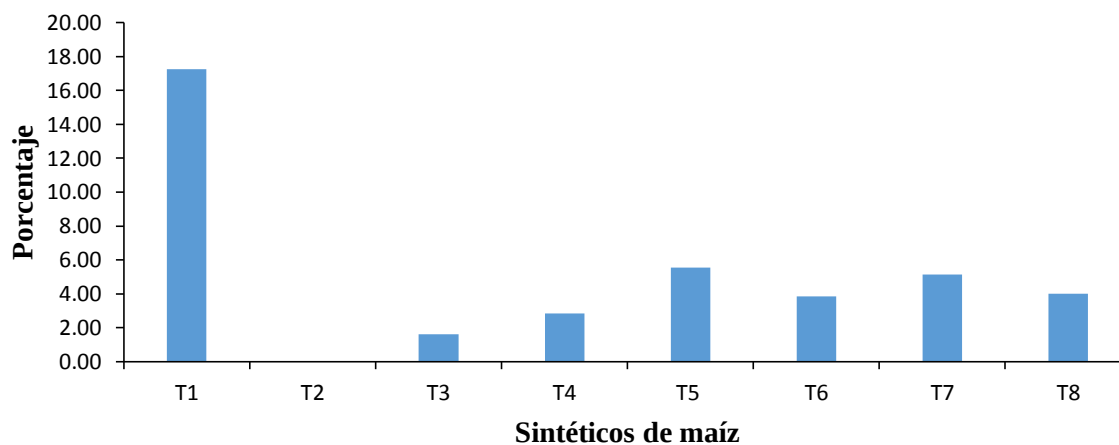


Figura 10. Promedio de mazorcas con mala cobertura de los sintéticos de maíz

5.1.11. Mazorcas podridas

En la figura 11 se observa los resultados de mazorcas podridas (%) siendo el sintético S13LTWNHZNHGAB03 con mayor porcentaje 16.67 %

Los sintéticos S13LTWQHZNHGAB02 y S13LTWQHZNHGAB04 no presentaron mazorcas podridas en la investigación. Sin embargo Calderon C.A, et al. (1993) En el porcentaje de pudrición de mazorca el B-833 tuvo el valor más bajo (8.3) y con un valor similar el Sint. RPM x Tuxp C17 (2 localidades de Costa Rica) (9.0).

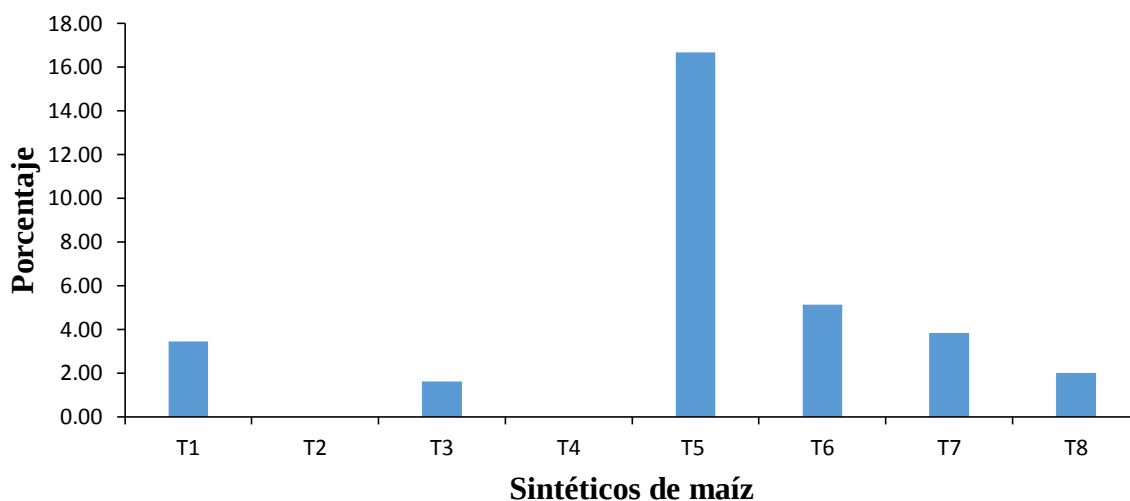


Figura 11. Promedio de mazorcas podridas de los sintéticos de maíz

5.1.12. Aspectos de mazorcas

En la figura 12 se representan los promedios alcanzados por los tratamientos para la variable aspecto de mazorca, medidos en un rango de 1-5, siendo el sintético S13LTWQHZNHGAB03, S13LTWQHZNHGAB04 que alcanzaron mayor promedio de 3 con que resultaron ser el peor aspecto y los que presentaron el mejor aspecto fueron S06TLWQHGAB02, S11TLWNHGAB06 y Olanchano con un promedio de 2 en la investigación

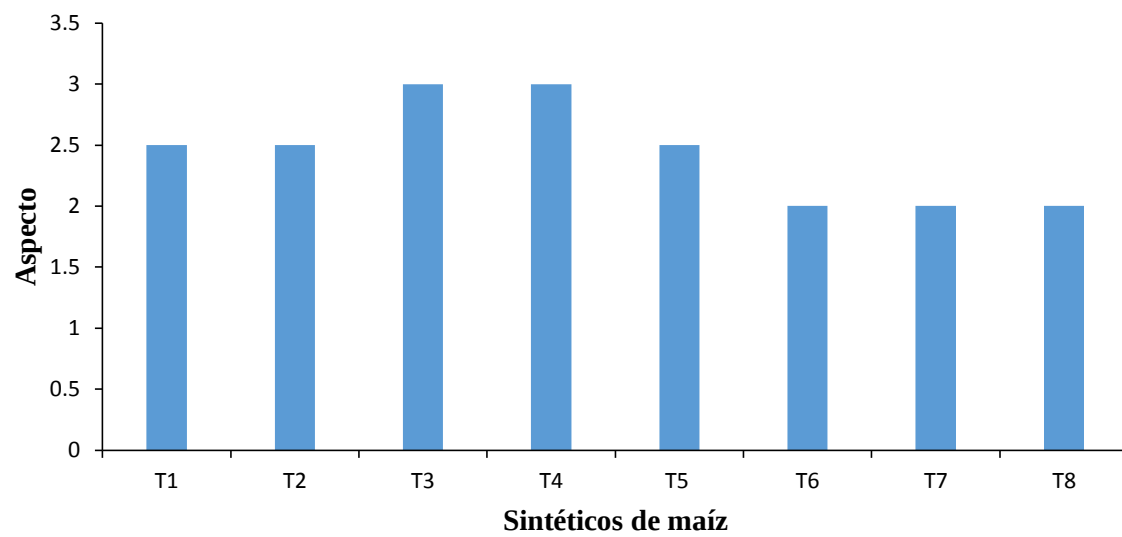


Figura 12. Promedio del aspecto de mazorcas de los sintéticos de maíz

5.2 Componentes de rendimiento

En el cuadro 4 se presentan los promedios de cada variable: diámetro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y rendimiento (tha^{-1}), también la media general para cada tratamiento.

Los resultados no mostraron diferencia significativa ($P > 0.05$) de ninguna variable al realizar los análisis de varianza (Anexo 15, 16, 17, 18) sin embargo se puede observar que agronómicamente hay siempre tratamientos que sobresalen ubicándose en los mejores y también los que se quedan bajos.

Cuadro 4 Promedio de diámetro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera y rendimiento.

TRATAMIENTO	Diámetro de mazorca	Longitud de mazorca	Hileras por mazorca	Granos por hilera	Rendimiento Kgha⁻¹
S13LTWQHZNHGAB01 (T1)	4.43	14.81	13.5	31.665	4153.4713
S13LTWQHZNHGAB02 (T2)	4.28	15.15	14.2	31.43	2713.6259
S13LTWQHZNHGAB03 (T3)	4.36	14.47	13.6	30.965	4861.6156
S13LTWQHZNHGAB04 (T4)	4.41	14.45	14.7	32.1	5836.8966
S13LTWNHZNHGAB03 (T5)	4.145	15.35	13.8	29.3	2746.1558
S06TLWQHGAB02 (T6)	4.18	14.46	14.1	32.27	5728.0843
S11TLWNHGAB06 (T7)	4.67	15.3	16.2	28.4	6920.9962
Olanchano (T8)	4.16	14	14.2	27.33	2970.3678
Media general	4.329375	14.74875	14.2875	30.4325	4491.4017

5.2.1. Diámetro de mazorca

En la figura 13 se representa el promedio de diámetro de mazorca no encontrando diferencia estadísticamente significativa, sin embargo sobresalió el sintético S11TLWNHGAB06 con 4.67cm, seguido de S13LTWQHZNHGAB01, S13LTWQHZNHGAB04 con un promedio de 4.4 cm, superando el testigo Olanchano con 4.16 cm siendo el que presentó los valores más bajos en la investigación. Valores similares a Sarmiento 2012 encontraron valores 4.7 cm el más alto y el más bajo fue de 3.8 cm

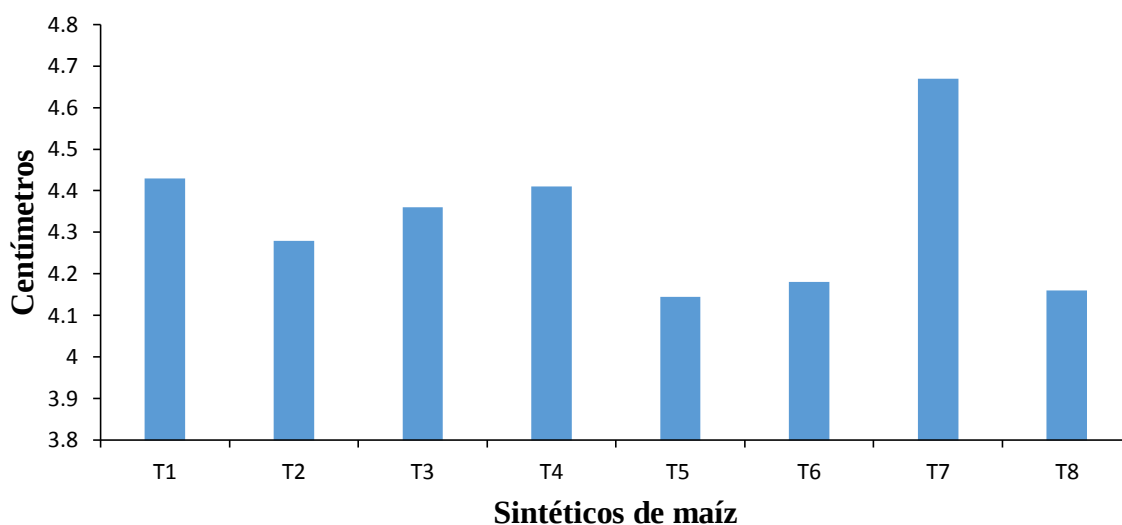


Figura 13 Promedio de diámetro de mazorca de los sintéticos de maíz

5.2.2. Longitud de mazorca

En la figura 14 se representa el promedio de longitud de mazorca de cada tratamiento sobresaliendo S13LTWQHZNHGAB02, S13LTWNHZNHGAB03 y S11TLWNHGAB06 con 15.3 cm; sin embargo Reconco 2014 encontró longitudes de 18.43 cm en su investigación

Las de menor longitud se encuentran el testigo Olanchano con 14 cm

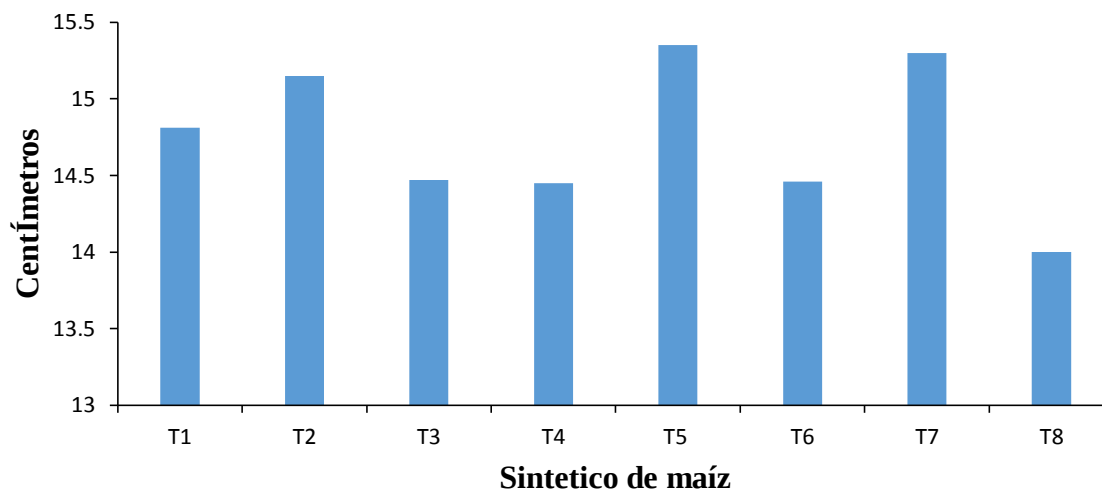


Figura 14. Promedio de longitud de mazorca de los sintéticos de maíz

5.2.3. Hileras por mazorca

En la figura 15 se representa el promedio de hileras por mazorca obteniendo una media general de 14.28 hileras por mazorca no encontrando diferencia significativa, sin embargo sobresale el sintético S11TLWNHGAB06 con un promedio de 16.2 hileras. Hernández 2010 en su investigación en la UNA presenta valores de 16 hileras por mazorca el promedio más alto.

Los sintéticos que presentaron menor número de hileras fueron S13LTWQHZNHGAB01, S13LTWQHZNHGAB03, S13LTWNHZNHGAB03 de 13.5, 13.6, 13.8 hileras por mazorcas respectivamente

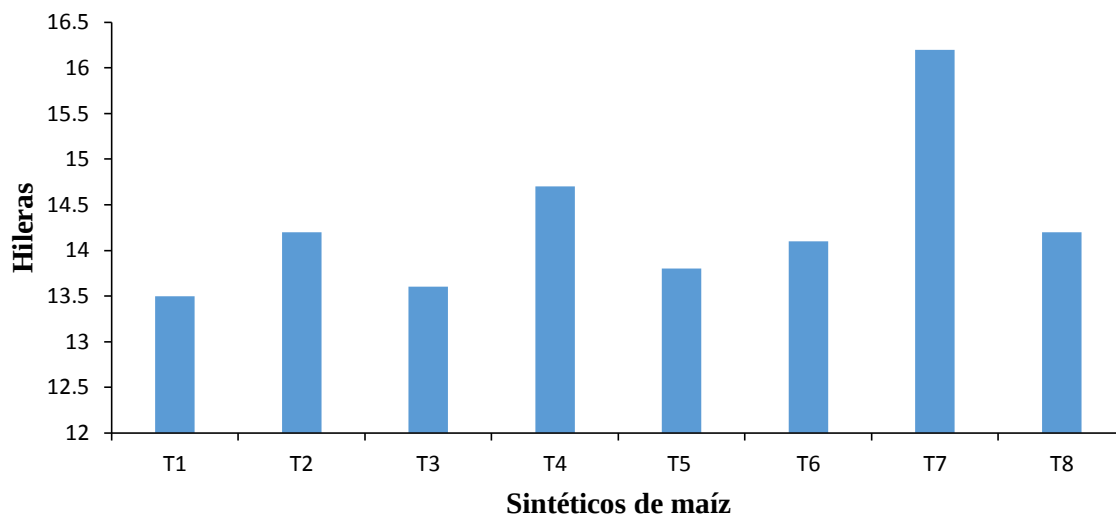


Figura 15. Promedio de hileras por mazorcas de los sintéticos de maíz

5.2.4. Granos por hilera

En la figura 16 está representado los promedios de granos por hilera de cada tratamiento no presentando diferencia significativa, sin embargo sobresale el sintético S06TLWQHGAB02 con 32.27 granos por hilera. Hernández 2010 reporto valores de 37.1 granos por hilera el promedio más alto en su investigación.

También se presentan valores muy bajos en el testigo Olanchano con 27.33 granos por hilera. Obteniendo una media general de todos los tratamientos de 30.4 granos por hilera.

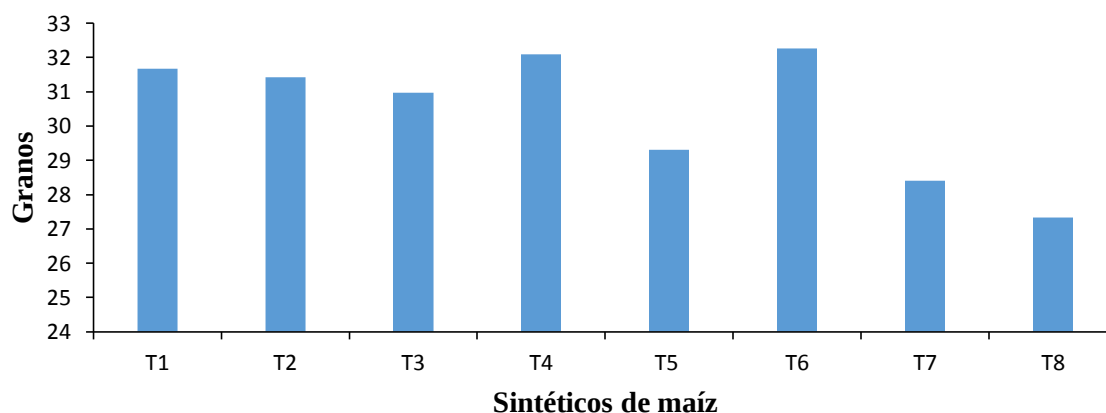


Figura 16. Promedio de granos por hilera de los sintéticos de maíz

5.2.5 Rendimiento

En la figura 17 se representa el rendimiento (tha^{-1}) de todos los tratamientos no mostrando diferencia significativa al realizar el análisis de varianza (Anexo 18), sobresaliendo el sintético S11TLWNHGAB06 6920.99 Kgha^{-1} . En investigaciones Vázquez (2013) Los mejores híbridos y variedades sintéticas rindieron entre 9.4 y 10.2 t ha^{-1} , las variedades sintéticas VSA-902 y VSA-904 con rendimientos de 9.7 y 9.5 t ha^{-1}

En las veintisiete parcelas de validación el sintético CATRACHO presento un rendimiento de grano de 4.44 t ha^{-1} superando al testigo DICTA GUAYAPE en un 19% (3.72 t ha^{-1}) y al sintético Olanchano en un 18% (3.74 t ha^{-1}). (Duron et al 2006)

Calderón C.A, et al. (1993) En rendimiento se encontró un comportamiento similar del B-833 (5.17 tha^{-1}) con las siguientes variedades sintéticas: Sintético Diamantes (1990, Loc. Honduras), Sint. RPM x Tuxp C17 (1990, 3 localidades, 2 de Costa Rica y 1 de Honduras), Sint. RPM x Tuxp C17 (2 loc. de Costa Rica), Sint. Honduras, Sint. Diamantes (1990, 3 localidades, 2 de Costa Rica y 1 de Honduras) y Sint. Diamantes (Loc. Honduras) con 5.33, 5.09, 4.91, 4.89, 4.88 y 4.87 tha^{-1} , respectivamente.

Los sintéticos con menor rendimiento fueron el testigo Olanchano, S13LTWQHZNHGAB02 y S13LTWNHZNHGAB03 con 2713.6, 2746.15 y 2970.36 kg ha^{-1}

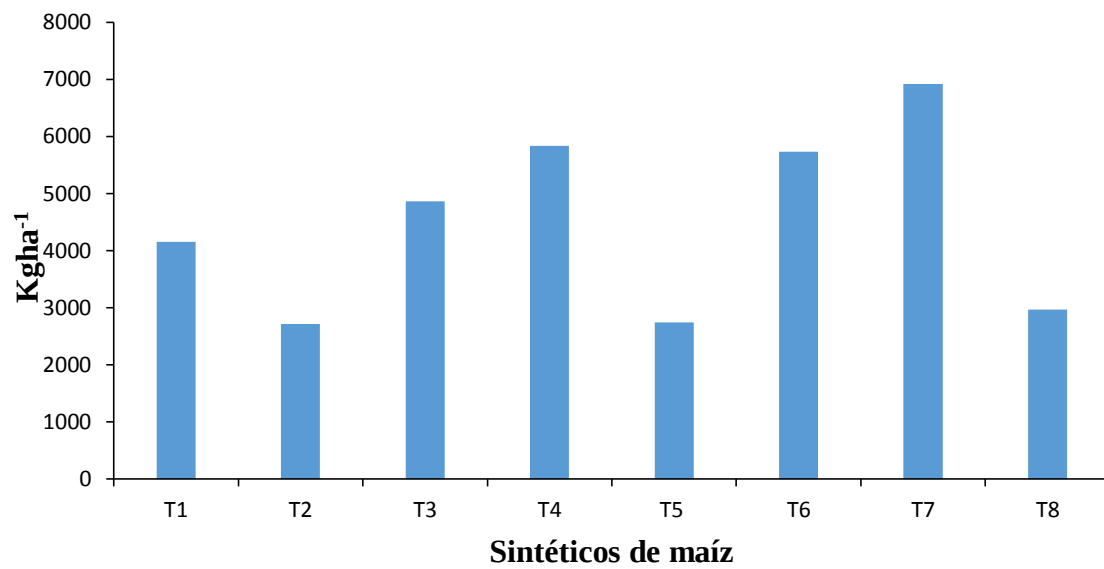


Figura 17. Promedio de rendimiento (kg ha⁻¹) de los sintéticos

VI CONCLUSIONES

Todos los tratamientos evaluados presentaron adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Los sintéticos evaluados presentaron diferencia significativa únicamente para la variable días a floración masculina, siendo los más precoces S13LTWQHZNHGAB04 y S06TLWQHGAB02 no siendo los mejores en rendimiento.

Los sintéticos con mayor diámetro y longitud de mazorca están estrechamente relacionados con el rendimiento ya que el presente mayor diámetro y longitud de mazorca fue el mejor en rendimiento

En cuanto a rendimiento no se mostró diferencia significativa sin embargo sobresale el sintético S11TLWNHGAB06 con $6920.99 \text{ kgha}^{-1}$ respecto al testigo Olancho, S13LTWQHZNHGAB02 y S13LTWNHZNHGAB03 con un rendimiento de 2970.36, 2713.62 y 2746.15 kgha^{-1} respectivamente siendo los más bajos.

VII RECOMENDACIONES

Seguir evaluando los sintéticos de maíz QPM que presentaron mayor rendimiento, en diferentes zonas del país, por su importancia de contener mayor contenido de proteína y zinc que los maíces criollos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación promover el cultivo de los sintéticos de maíz por presentar mayor rendimiento y además por su contenido de proteína y zinc que son indispensables para disminuir la desnutrición en nuestro país que es uno de los principales problemas en nuestro país.

Con sintéticos de maíz QPM y maíz criollo, realizar programas de alimentación a niños en crecimiento y así demostrar su potencial nutritivo de los sintéticos en comparación con el criollo.

Debido que en Honduras el maíz es un grano básico indispensable en la alimentación, concientizar al productor para que utilice materiales genéticos que contengan mayor contenido de nutrientes y así compensar en la dieta debido a la falta de alimentos diversos principalmente en la zona rural.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Alemán 2008 efectos maíz calidad proteína QPM versus maíz convencional crecimiento morbilidad niños nicaragüenses desnutridos, Consultado 29 de agosto 2015 disponible en www.alanrevista.org › EDICIONES › Año 2008, Volumen 58 - Número 4

Arellano Vázquez. 2013. Híbridos y variedades sintéticas de maíz azul para el Altiplano Central de México: potencial agronómico y estabilidad del rendimiento consultado 20 de septiembre de 2015. MX. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4747519.pdf>

CIMMYT 2015 (centro internacional de mejoramiento genético de maíz y trigo) en línea www.cimmyt.org/es/

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).2003 Mejoramiento de la Nutrición Humana en Comunidades Pobres de América Latina Utilizando Maíz (QPM). (en línea). Citado el 17 de enero de 2016 Disponible en: http://www.fontagro.org/sites/default/files/prop_03_05.pdf

Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT. Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/812/94349.pdf>

Calderón C.A, et al (1993). Evaluación de nueve variedades sintéticas bajo mejoramiento para pudrición de mazorca en once localidades de Centro América. 1993 .Citado el 13 de enero de 2016. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris->

search/search.do?request_locale=es&recordID=QY19950022992&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=

CRUZ. 2013. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Citado 15/08/15 (En línea) Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>

FENALCE. 2010. Cultivo de maíz. Citado el 24/07/2015. (En línea) Disponible en: http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_cultivo_del_maiz_historia_e_importancia.pdf

Diaz.2005. Estabilidad del rendimiento y potencial agronómico de maíz de alta calidad de proteína (QPM). Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponibles en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2005000300005&script=sci_arttext

Duron et al 2006. Validación de las variedades de maíz QPM CATRACHO (AB01) Y OLANCHANO (AB03) en 27 localidades de honduras. (en línea). Citado el 13 de enero de 2016. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/maizAntecedent_EDuronUNA_THonduras_Agt2015.pdf

Reyes (2010). Comportamiento agronómico de 14 variedades QPM Vs dos testigos comerciales en el departamento en Olancho Tesis ing. Agr. Universidad nacional de agricultura. Catacamas, Honduras. 48 p

Hernández (2010). Comportamiento agronómico y rendimiento de 15 variedades sintéticas de maíz de alta calidad de proteína (QPM) grano amarillo. Tesis ing. Agr. Universidad nacional de agricultura. Catacamas, Honduras. 22 p

Sarmiento (2012). Comportamiento agronómico y rendimiento de 23 variedades de maíz QPM grano blanco. Tesis ing. Agr. Universidad nacional de agricultura. Catacamas, Honduras. Pág. 57 p

Muñoz. 2014. Características de la planta de maíz. 29/07/15. (En línea). Bogota.2014. Disponible.en.http://unicafam3.bligoo.com.co/media/users/25/1297541/files/592325/EL_M_AIZ.pdf

Ortiz. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. (En línea). Consultado 25 de agosto del 2015.disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v30n2/ctr160209.pdf>

Santiago s.f. Maíz clima y suelo para su cultivo. Laserna (En línea) Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/maiz/264-maiz-clima-y-suelo-para-su-cultivo>

Vasal.1994. Comportamiento de híbridos de maíz intersintético generados de selección recíproca recurrente. Consultado el 19 de sept de 15. Disponible en: [http://observatorioresicta.info/observatorio/sites/default/files/estudios_regionales/pccmca/maiz/mejora%20genetica/v5_p131%20\(vasal\).pdf](http://observatorioresicta.info/observatorio/sites/default/files/estudios_regionales/pccmca/maiz/mejora%20genetica/v5_p131%20(vasal).pdf)

Vivek, BS, Krivanek, AF. Palacios, R, Twumasi-Afriyie, S y Diallo. AO 2008. Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM): Protocolos para generar variedades QPM. México, D.F, CIMMYT.

Gonzales. 2009. Validación de cinco variedades de maíz (*Zea mays*) en cinco localidades del departamento de Olancho. Tesis Ing.Agr. Catacamas Honduras. Universidad Nacional de Agricultura pág. 9

Román. 2015. El zinc en humanos. Citado el 10 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.ivu.org/spanish/trans/vsuk-zinc.html>

IX ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para floración masculina

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	2.25	1	2.25	2.03225806	0.19702
Tratamiento	69.75	7	9.96428571	9	0.00481*
Error	7.75	7	1.10714286		
Total	79.75	15			

CV = 1.883

 $R^2 = 0.792$ **Anexo 2.** Análisis de varianza para floración femenina

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	9	1	9	4.2	0.07960
Tratamiento	39	7	5.57142857	2.6	0.11534
Error	15	7	2.14285714		
Total	63	15			

CV = 2.557

 $R^2 = 0.49$ **Anexo 3.** Análisis de varianza para altura de planta

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.009025	1	0.009025	0.32219814	0.58802
Tratamiento	0.1001	7	0.0143	0.51051893	0.80253
Error	0.196075	7	0.02801071		
Total	0.3052	15			

CV = 8.431

 $R^2 = 0.377$

Anexo 4. Análisis de varianza para altura de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.0361	1	0.0361	3.01551313	0.126046
Tratamiento	0.2105	7	0.03007143	2.51193317	0.123690
Error	0.0838	7	0.01197143		
Total	0.3304	15			

CV = 10.322

 $R^2 = 0.457$ **Anexo 5.** Análisis de varianza para aspecto de planta

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.5625	1	0.5625	1.34042553	0.284931
Tratamiento	2.9375	7	0.41964286	1	0.5
Error	2.9375	7	0.41964286		
Total	6.4375	15			

CV = 20.32308931

 $R^2 = 0.022$ **Anexo 6.** Análisis de varianza para achaparramiento

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	1	1	1	0.70280419	0.42953
Tratamiento	3.990075	7	0.57001071	0.40060592	0.874742
Error	9.9601	7	1.42287143		
Total	14.950175	15			

CV = 95.33200764

 $R^2 = 0.428$

Anexo 7. Análisis de varianza para mancha de asfalto

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0	1	0	0	1
Tratamiento	2	7	0.28571429	0.28571429	0.93978
Error	7	7	1		
Total	9	15			

CV = 36.363

 $R^2 = 0.667$ **Anexo 8.** Análisis de varianza para acame de raíz

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	6.25	1	6.25	2.21854859	0.179973
Tratamiento	40.940075	7	5.84858214	2.07605818	0.939785
Error	19.7201	7	2.81715714		
Total	66.910175	15			

CV = 74.557

 $R^2 = 0.368$ **Anexo 9.** Análisis de varianza para plantas cosechadas

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	144	1	144	1.83606557	0.217511
Tratamiento	711	7	101.571429	1.29508197	0.178044
Error	549	7	78.4285714		
Total	1404	15			

CV = 35.42396283

 $R^2 = 0.162$

Anexo 10. Análisis de varianza para mal cobertura de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	2.25	1	2.25	1.23529412	0.303090
Tratamiento	33	7	4.71428571	2.58823529	0.370828
Error	12.75	7	1.82142857		
Total	48	15			

CV = 89.97354105

 $R^2 = 0.431$ **Anexo 11.** Análisis de varianza para mazorcas cosechadas

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	182.25	1	182.25	1.55626715	0.252327
Tratamiento	843	7	120.428571	1.02836231	0.116420
Error	819.75	7	117.107143		
Total	1845	15			

CV = 36.37514413

 $R^2 = 0.048$ **Anexo 12.** Análisis de varianza para mazorcas podridas

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.0625	1	0.0625	0.03825137	0.850495
Tratamiento	15.4375	7	2.20535714	1.34972678	0.48575
Error	11.4375	7	1.63392857		
Total	26.9375	15			

CV = 120.3060851

 $R^2 = 0.09$

Anexo 13. Análisis de varianza para aspecto de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	1.5625	1	1.5625	1.37795276	0.278837
Tratamiento	2.4375	7	0.34821429	0.30708661	0.20453
Error	7.9375	7	1.13392857		
Total	11.9375	15			

CV = 43.68659782

 $R^2 = 0.425$ **Anexo 14.** Análisis de varianza para diámetro de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.01155625	1	0.1155625	0.11187173	0.74782
Tratamiento	0.44204375	7	0.06314911	0.61132287	0.92896
Error	0.72309375	7	0.10329911		
Total	1.17669375	15			

CV = 7.423745669

 $R^2 = 0.317$ **Anexo 15.** Análisis de varianza para longitud de mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.697225	1	0.697225	0.33292291	0.582015
Tratamiento	3.282175	7	0.46888214	0.22388986	0.73409
Error	14.659775	7	2.09425357		
Total	18.639175	15			

CV = 9.812042442

 $R^2 = 0.685$

Anexo 16. Análisis de varianza para hileras por mazorca

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	0.0025	1	0.0025	0.00296736	0.95808
Tratamiento	10.4175	7	1.48821429	1.76642645	0.235235
Error	5.8975	7	0.8425		
Total	16.3175	15			

CV = 6.469624582

$R^2 = 0.226$

Anexo 17. Análisis de varianza para granos por hileras

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	11.799225	1	11.799225	0.84234215	0.38925
Tratamiento	47.9874	7	6.85538246	0.4894003	0.0.81677
Error	98.053475	7	14.0076393		
Total	157.8401	15			

CV = 12.29829325

$R^2 = 0.331$

Anexo 18. Análisis de varianza para rendimiento

FV	SC	GL	CM	F	P-Valor
Repetición	5503800.17	1	5503800.17	2.1176659	0.18893
Tratamiento	36027677.7	7	5146811.1	1.98030925	0.193712
Error	18192955.3	7	2598993.62		
Total	59724433.2	15			

CV = 35.89390513

$R^2 = 0.347$